دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی صنایع- صنایع

عنوان پایان نامه:

حل مساله جریان کارگاهی ترکیبی با ماشین‌های موازی یکسان با در نظر گرفتن محدودیت دسته‌ای

استاد راهنما: دکتر راشد صحرائیان

نگارش: اسماعیل غفاری

تابستان ۱۳۹۱

پیشکش

سخاوت سبز دستان پرمهر پدر عزیزم

و

عطوفت آبی نگاه بیکران مادر بزرگوارم

تشکر و قدردانی

اکنون که به پاس پروردگار ، نگارش این تحقیق به پایان رسیده، به پاس حق شناسی بـر خـود لازم می‌دانم قبل از هر چیز از خانواده‌ام که در تمامی مراحـل زنـدگی، همـواره مشـوقم بـوده‌انـد، تشکر و قدردانی کنم. مراتب قدردانی و سپاس خود را از زحمات بی دریغ استاد گران قدر جنـاب آقای دکتر صحرائیان به عنوان استاد راهنما که در مراحل انجام و تـدوین پایـان نامـه مـرا یـاری نموده‌اند، اعلام می‌دارم. همچنین از تمامی اساتید محترم گروه مهندسی صنایع دانشگاه شاهد کـه حق استادی بر گردن بنده دارند، نهایت تشکر را دارم. در نهایت از همه دوستانی که به راستی اگـر کمک آن‌ها نبود، اتمام این پژوهش نیز میسر نمی‌شد از صمیم قلب تشکر می‌نمایم.

دوام توفیقات این عزیزان را از خداوند متعـال مسـألت دارم و بـرای همـه ایـن سـروران آرزوی سربلندی و سرافرازی دارم.

اسماعیل غفاری- تابستان ۱۳۹۱

چکیده

در شرایط حاضر و با توجه به افزایش شدت رقابت سازمان‌های تولیدی، زمان بندی برنامه از اهمیت بیشتری برخوردار است. در صورت انجام زمان بندی بهینه برنامه، امکان استفاده بهتر از منابع موجود فراهم شده و محصولات مطابق نیاز مشتریان تولید و تحویل می‌شوند. در این تحقیق مسأله جریان کارگاهی دو مرحله ایی انعطاف پذیر با حالت ورود دسته ایی سری کارها به مرحله اول در نظر گرفته و حل شده است. در این مسأله فرایند تولید همه قطعات مثل هم بوده و از دو مرحله تشکیل شده است. همچنین در هر مرحله امکان انجام کار توسط ماشین‌های موازی (مشابه هم) وجود دارد. علاوه بر آن بین مراحل اول و دوم هر قطعه هیچ‌گونه وقفه‌ای وجود ندارد. تابع هدف در این تحقیق عبارت است از حداقل کردن مقدار دامنه عملیات[1] (C_{max}) در مدل ارائه شده. در این مسأله از سه الگوریتم فراابتکاری ژنتیک، شبیه سازی تبرید و جستجوی ممنوعه به منظور حل مدل استفاده شده است. همچنین پارامترهای هر یک از این الگوریتم‌ها توسط روش تاگوچی تنظیم گردیده است. به منظور بررسی عملکرد جواب‌های به دست آمده از روش‌های ارائه شده و مقایسه آن‌ها با یکدیگر یک حد پایین به صورت ابتکاری برای مدل ارائه شده ایجاد گردیده و جواب‌های حاصل با آن مقایسه می‌گردد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که روش ژنتیک جواب‌های بهتری نسبت به دو روش دیگر به دست می‌آورد.

واژه های کلیدی: جریان کارگاهی انعطاف پذیر، ورود دسته‌ایی سری، الگوریتم ژنتیک، الگوریتم شبیه سازی تبرید، الگوریتم جستجوی ممنوعه، روش طراحی آزمایش تاگوچی

[1] Makespan(C_{max})

فصل اول: کلیات تحقیق ۱۱

۱-۱ مقدمه ۱۲

۱-۲ انتخاب حوزه تحقیق ۱۲

۱-۳ بیان مسأله ۱۲

۱-۴ هدف تحقیق ۱۳

۱-۵ ضرورت تحقیق ۱۳

۱-۶ سئوالات تحقیق ۱۴

۱-۷ جنبه جدید بودن و نوآوری طرح ۱۵

۱-۸ ساختار تحقیق ۱۵

فصل دوم: مرور ادبیات ۱۶

۲-۱ مقدمه ۱۷

۲-۲ ضرورت توجه به زمان‌بندی ۱۷

۲-۳ تئوری زمان‌بندی ۱۸

۲-۴ تاریخچه تئوری زمان‌بندی ۱۹

۲-۵ مدل‌های زمان‌بندی ۲۰

۲-۵-۱ علائم و اختصارات ۲۱

۲-۵-۲ پیش فرض‌های مسائل زمان‌بندی ۲۳

۲-۵-۲-۱ مفروضات ماشین‌ها ۲۳

۲-۵-۲-۲ مفروضات کارها ۲۴
۲-۵-۲-۳ سایر مفروضات ۲۴
۲-۵-۳ تقسیم‌بندی مسائل زمان‌بندی ۲۵
۲-۵-۳-۱ انواع محیطهای زمان‌بندی ۲۵
۲-۵-۳-۲محدودیت‌ها در مسائل زمان بندی ۲۹
۲-۵-۳-۳ توابع هدف در مسائل زمان‌بندی ۳۱
۲-۶ سلسله مراتب پیچیدگی ۳۴
۲-۷ روش‌های حل در مسائل ماشین‌های موازی ۳۶
۲-۷-۱الگوریتم‌های دقیق ۳۷
۲-۷-۲ الگوریتم‌های تقریبی ۳۸
۲-۷-۲-۱ الگوریتم‌های سازنده ۳۹
۲-۷-۲-۲ الگوریتم‌های بهبود دهنده ۳۹
۲-۸ مسائل زمان بندی جریان کارگاهی ۴۰
۲-۸-۱ مسأله جریان کارگاهی ساده(Fm||Cmax) ۴۰
۲-۸-۲ مسأله جریان کارگاهی ترکیبی(FFC| |Cmax) ۴۱
۲-۸-۲-۱ مسأله جریان کارگاهی انعطاف پذیر دو مرحله ای (FF2||Cmax) ۴۲
۲-۸-۲-۲ مسأله جریان کارگاهی انعطاف پذیر چند مرحله ای(FFs(Pm1,Pm2,…,Pms)||Cmax) ۴۲
۲-۹ مدل‌های زمان بندی در حالت ورود دسته ایی ۴۴
۲-۹-۱ محیط ماشینهای موازی پردازش دسته ایی ۴۵

۲-۱۰ خلاصه فصل: ۵۳
فصل سوم: تعریف مسأله ۵۴
۳-۱ مقدمه ۵۵
۳-۲ تعریف مسأله تحقیق ۵۵
۳-۳ پیچیدگی مسأله ۵۸
۳-۴ تابع هدف مسأله ۵۹
۳-۵ محدودیت‌های مسأله ۵۹
۳-۶ جمع بندی ۶۰
فصل چهارم: روش حل پیشنهادی ۶۱
۴-۱ مقدمه ۶۲
۴-۲ الگوریتم ژنتیک ۶۲
۴-۲-۱ ساختار کروموزوم ۶۳
۴-۲-۲ تابع برازندگی ۶۵
۴-۲-۲-۱ چگونگی محاسبه تابع برازندگی برای الگوریتم ژنتیک ارائه شده ۶۵
۴-۲-۳ عملگرهای الگوریتم ژنتیک ۶۵
۴-۲-۳-۱ عملگرهای انتخاب ۶۵
۴-۲-۴ شرط خاتمه‌ی الگوریتم ۶۸
۴-۲-۵ نقاط قوت الگوریتم‌های ژنتیک ۶۹

۴-۲-۶ رویه‌ی الگوریتم ژنتیک ۶۹

۴-۳ الگوریتم شبیه سازی تبرید ۷۱

۴-۳-۱ پارامتر های برنامه سرد سازی ۷۱

۴-۳-۱-۱ درجه حرارت آغازین (T_0) و پایانی (T_F) ۷۲

۴-۳-۱-۲ کاهش درجه حرارت در هر مرحله ۷۲

۴-۳-۱-۳ طول زنجیره مارکوف ($N_{non\text{-}improve}$, $I_{iteration}$) ۷۳

۴-۳-۲ رویه شبیه سازی تبرید ۷۳

۴-۴ الگوریتم جستجوی ممنوعه ۷۵

۴-۴-۱نحوه محاسبه تابع هدف ۷۶

۴-۴-۲ پارامتر های جستجوی ممنوعه ۷۶

۴-۴-۲-۱ شرط توقف(تعداد تکرارهای لازم برای توقف) ۷۶

۴-۴-۲-۲ لیست ممنوعه ۷۷

۴-۴-۳ رویه جستجوی ممنوعه ۷۷

۴-۵ حد پایین مدل $HF2(Pm1, Pm2)S - batchCmax$ ۷۹

۴-۶ خلاصه فصل ۸۰

فصل پنجم: محاسبات و تحلیل نتایج ۸۱

۵-۱ مقدمه ۸۲

۵-۲ ایجاد مسائل نمونه ۸۲

۵-۳ تنظیم پارامترهای استفاده شده برای هر الگوریتم ۸۳

۵-۴ روش تاگوچی در طراحی آزمایشات ۸۳
۵-۵ فرایند شبیه سازی ۹۱
۵-۵-۱ نتایج شبیه سازی ۹۱
۵-۶ خلاصه فصل ۹۳
فصل ششم: جمع بندی و پیشنهاد برای تحقیقات آتی ۹۴
۶-۱ مقدمه ۹۵
۶-۲ جمع بندی و خلاصه نتایج ۹۵
۶-۳ نوآوری و مشارکت علمی ۹۶
۶-۴ پیشنهادها برای تحقیقات آتی ۹۶
منابع **۹۷**

فهرست اشکال

شکل۲- ۱ محیط تک ماشین ۲۵

شکل۲- ۲ محیط ماشین‌های موازی ۲۷

شکل۲- ۳ محیط فلوشاپ ۲۸

شکل۲- ۴ سلسله مراتب پیچیدگی مسائل قطعی زمان‌بندی (a) محدودیت‌های فرایندی ، (b) توابع هدف ، (c) ..۳۶

شکل۳- ۱ نمایش شماتیک مدل ۵۸

شکل۴- ۱ ساختار کلی کروموزوم ۶۴

شکل۴- ۲ ساختار کلی کروموزوم مورد استفاده ۶۴

شکل۴- ۳ ساختار کروموزوم تبدیل یافته ۶۴

شکل۴- ۴ ساختار چرخ رولت ۶۶

شکل۴- ۵ نمونه عملیات تقاطع ۶۷

شکل۴- ۶ فرایند اجرای الگوریتم ژنتیک.....۶۸

شکل۴- ۷ نمودار الگوریتم ژنتیک..... ۷۰

شکل۴- ۸ نمونه الگوریتم شبیه سازی تبرید ۷۴

شکل۴- ۹ نمودار الگوریتم جستجوی ممنوعه..... ۷۸

شکل۵- ۱ میانگین نسبت S/N سطوح مختلف عوامل الگوریتم ژنتیک در مسأله $J_2m_1s_3p_1$ ۸۸

فهرست جداول

جدول۲- ۱ انواع توابع هدف مسائل زمان‌بندی..... ۳۲

جدول۲- ۲ خلاصه کارهای انجام شده در محیط جریان کارگاهی ترکیبی ۴۳

جدول۳- ۱ پارامترهای مدل ۵۶

جدول۴- ۱ اندازه بسته‌ها و زمان انجام هر کار در هر ایستگاه ۸۰

جدول۵- ۱پارامتر های گوناگون به منظور تولید مسأله ۸۲

جدول۵- ۲ پارامترهای به کار رفته شده در الگوریتم‌های ژنتیک، شبیه سازی تبرید و جستجوی ممنوعه ۸۶

جدول۵- ۳ پارامترها و سطوح مسأله $J_2m_1s_3p_1$.....۸۶

جدول۵- ۴ آرایه های متعامد اصلاح شده در مسأله $J_2m_1s_3p_1$ ۸۷

جدول۵- ۵ سطوح بهینه پارامتر های الگوریتم ژنتیک ۸۸

جدول۵- ۶ سطوح بهینه پارامتر های الگوریتم جستجوی ممنوعه ۸۹

جدول۵- ۷ سطوح بهینه پارامتر های الگوریتم شبیه سازی تبرید ۹۰

جدول۵- ۸ نتایج محاسباتی ۹۲

فصل اول: کلیات تحقیق

۱-۱ مقدمه

همان طور که صنایع با سرعت به سمت رقابتی شدن پیش می‌روند، بسیاری از محیط‌های تولیدی کلاسیک نیز به سمت محیط‌های جدید تر در حال حرکت می‌باشند. محیط جریان کارگاهی ترکیبی[1] که حالت پیش رفته تر از محیط جریان کارگاهی است یکی از این حالات است. تلفیق دو موضوع جریان کارگاهی ترکیبی و ورود دسته ایی کارها[2] طی سال‌های اخیر بیشتر مورد توجه محققان قرار گرفته است. در این فصل به بیان کلیات موضوع مورد مطالعه که تلفیق محیط جریان کارگاهی ترکیبی و ورود دسته ایی است می‌پردازیم.

۱-۲ انتخاب حوزه تحقیق

این تحقیق با توجه به علاقه نگارنده و با مشورت و کمک استاد راهنما و استفاده از تجربه تحقیقاتی ایشان انتخاب شده است. حوزه تحقیق با توجه به کاستی‌های روش‌های پیشنهاد شده برای موضوع مربوطه در راستای بررسی حالت‌های مختلف محیط جریان کارگاهی ترکیبی HFS تعیین گردیده است.

۱-۳ بیان مسأله

در مسائل جریان کارگاهی ترکیبی که ماشین‌های موازی یکسان در بخش‌های مختلف با یکدیگر کار می‌کنند حالتی را در نظر می‌گیریم که ورود کارها به بخش‌ها به صورت انفرادی نیست و به صورت دسته‌ای و هر دسته شامل تعدادی کار است. در این حالت ابتدا بایستی دسته‌ها شکل بگیرند. یعنی هر دسته شامل چه کارهایی باشد. بعد از مشخص شدن این مرحله باید تعیین کنیم که کارهای هر دسته به کدام یک از ماشین‌های هر بخش تعلق می‌گیرد.

[1] Hybrid flow shop
[2] Batch arrival

در مسائل زمان بندی تولید معمولاً فرض بر این است که کارها به صورت فردی یا به صورت هم‌زمان وارد می‌شوند این در حالی است که این فرض در عمل نا معتبر است و در بیشتر مسائل عملی شاهد این هستیم که کارها به صورت دسته‌ای وارد می‌شوند. به طور مثال در صنایع الکتریکی از جمله تولید چیپ[1] با چنین شرایطی روبرو هستیم. در اغلب مواقع زمانی که ما از ورود دسته‌ای کارها استفاده نمی‌کنیم ترتیب انجام کارها به صورت سیستم FIFO[2] است و کارها به صورت انفرادی وارد مرحله بعد می‌شوند. اما اگر حالت ورود دسته‌ای را در نظر بگیریم ورود کارها از سیستم FIFO پیروی نمی‌کنند و به صورت دسته‌ای وارد مرحله بعد می‌شوند مانند مرحله پخت چیپ ها در تولید چیپ تا زمانی که سینی پخت به یک حد لازم نرسد وارد مرحله بعدی نمی‌شود.

لذا مساله اصلی در این تحقیق عبارت است از ارائه یک مدل و حل آن برای حالتی که ماشین‌ها به صورت موازی و یکسان در محیط جریان کارگاهی ترکیبی قرار دارند و کارها به صورت گروهی و دسته‌های چند تایی وارد مرحله اول می‌شوند. در این حالت بایستی ابتدا مشخص کنیم که هر بسته به کدام ماشین تعلق دارد و ترتیب انجام کارها در هر بسته به چه صورت است.

۱-۴ هدف تحقیق

هدف از این تحقیق بررسی روش‌های حل فرا ابتکاری برای مساله جریان کارگاهی ترکیبی دو بخشی با ماشین‌های موازی و یکسان با تابع هدف حداقل سازی دامنه عملیات[3] در حالی که محدودیت ورود دسته ایی کارها برای بخش اول وجود دارد.

۱-۵ ضرورت تحقیق

مسأله محیط جریان کارگاهی ترکیبی از جمله پرکاربردترین شاخه های زمان بندی در حال حاضر محسوب می‌شود به طوری که مورد توجه پژوهشگران زیادی قرار گرفته است. اهمیت این مدل از دو منظر تئوری و عملی قابل بررسی است. از لحاظ تئوری این مدل حالت تعمیم یافته مدل ماشین‌های موازی است که در مسائل زمان بندی بسیار مورد

[1] IC
[2] First in first out
[3] Makespan(C_{max})

بحث است. حجم زیاد مقالات چاپ شده در این زمینه و ادبیات غنی این بخش گواه این مطلب است. از نظر عملی نیز مدل جریان کارگاهی ترکیبی بسیار پر کاربرد است و بسیاری از مدل‌های دنیای واقعی در چارچوب این مدل قرار گرفته و دسته کم شامل این مدل می‌شود. به عنوان مثال در خطوط تولید کارخانه های اتومبیل سازی مدل جریان کارگاهی ترکیبی رایج است. مثال‌های زیاد دیگری همچون صنایع الکتریکی، فولاد، لاستیک سازی، شیمیایی و غیره را می‌توان در این رابطه مطرح کرد. همچنین یکی از محدودیت‌های پر کاربرد در حوزه زمان بندی محدودیت ورود دسته ایی کارها است. در مسائل زمان بندی تولید معمولاً فرض بر این است که کارها به صورت فردی یا به صورت همزمان وارد می‌شوند این در حالی است که این فرض در عمل نامعتبر است و در بیشتر مسائل عملی ما شاهد این هستیم که کارها به صورت دسته ایی وارد می‌شوند. با توجه به کاربردهای عنوان شده برای محیط جریان کارگاهی ترکیبی از یک طرف و تحقیقات بسیار محدود انجام شده در این زمینه با در نظر گرفتن محدودیت ورود دسته ایی از طرف دیگر، ضروری به نظر می‌رسد تحقیقات بیشتری با هدف ارائه روش‌های کاراتر انجام پذیرد. از این رو این موضوع به عنوان موضوع تحقیق مورد نظر این پایان نامه در نظر گرفته شده است.

۱-۶ سئوالات تحقیق

۱- با توجه به NP-hard بودن مسأله، برای مسائل متوسط و بزرگ حل دقیق کاربردی نیست بنابراین بایستی از راه حل‌های ابتکاری و فرا ابتکاری برای حل مدل استفاده کرد. روش حل مناسب سئوال مورد بررسی در حل این مسأله است؟

۲- در اکثر مقالات ارائه شده در محیط جریان کارگاهی ترکیبی (HFS) کارها به صورت تکی وارد می‌شوند در حالی که در بسیاری از مواقع کارها به دلیل محدودیت‌های موجود به صورت بسته ایی وارد می‌شوند. چگونگی ترتیب پردازش کارها بر روی ماشین‌ها به نحوی که مقدار دامنه عملیات حداقل شود مورد سئوال است؟

۳- با توجه به محدودیت‌های موجود چگونه می‌توان به ارزیابی عملکرد و مقایسه الگوریتم‌های حل پرداخت؟

۱-۷ جنبه جدید بودن و نوآوری طرح

ویژگی عمده و نوآوری اصلی در این تحقیق، اضافه نمودن محدودیت ورود دسته ایی سری[1] به محیط جریان کارگاهی ترکیبی در حالتی است که کارهای هر دسته به دلیل وجود محدودیت‌های محیطی و غیره امکان تقسیم شدن بر روی ماشین‌های موازی را ندارند و بایستی در بخش اول به ترتیب بر روی یک ماشین مورد پردازش قرار گیرند. همچنین به دلیل جدید بودن مسأله ارائه یک حد پایین بر اساس روش ابتکاری به منظور تحلیل جواب‌های به دست آمده از الگوریتم‌های فرا ابتکاری به کار رفته در حل مسأله مورد نظر است.

۱-۸ ساختار تحقیق

در این تحقیق پس از ارائه کلیات تحقیق در فصل اول، مرور ادبیات موضوع ارائه شده در فصل دوم پرداخته می‌شود. فصل سوم به بیان مدل حداقل سازی دامنه عملیات[2] در محیط جریان کارگاهی ترکیبی با در نظر گرفتن محدودیت ورود دسته ایی سری کارها به بخش اول می‌پردازد. روش‌های حل پیشنهادی برای این مدل و همچنین یک حد پایین ابتکاری ارائه شده برای این مدل جدید در فصل چهارم آورده شده است. در فصل پنجم جهت اعتبار سنجی روش‌های پیشنهادی مثال‌های عددی متعددی برای هر یک از روش‌های ارائه شده حل می‌گردد و جواب‌های به دست آمده با یکدیگر و حد پایین مقایسه و مورد تحلیل قرار می‌گیرد. در انتهای تحقیق در فصل ششم نتیجه گیری و پیشنهادهایی برای تحقیقات آتی ارائه می‌گردد.

[1] Serial batch arrival
[2] Makespan

فصل دوم: مرور ادبیات

۲-۱ مقدمه

در این فصل به بررسی اجمالی ادبیات موضوع مربوط به این مسأله که از حوزه‌های علمی گوناگونی همچون مهندسی صنایع، ریاضی کاربردی، علوم کامپیوتری، علوم مدیریت، تحقیق در عملیات و برنامه‌ریزی و مدیریت تولید جمع آوری شده است خواهیم پرداخت.

۲-۲ ضرورت توجه به زمان‌بندی

محصولات به چه ترتیبی می‌بایست تولید شوند؟ برای انجام کلیه فرآیندها در زمان مشخص به چه تعداد ماشین از انواع مختلف نیازمندیم؟ چه زمانی فرآیند تولید آغاز شود؟ محدودیت‌های دسترسی ماشین آلات چیست؟ این‌گونه سؤالات مکرراً توسط افرادی که وظیفه برنامه‌ریزی و زمان‌بندی عملیات را بر عهده دارند مطرح می‌شود. این افراد وظیفه دارند منابع محدود موجود را به نحوی به فرآیندها تخصیص دهند که یک یا چندین مورد از اهداف تولیدی سازمان نظیر تحویل به موقع، کاهش زمان تولید و غیره تحقق یابد.

امروزه با توجه به پیچیده‌تر شدن صنایع تولیدی و نیاز به کارایی بیشتر، چرخه کوتاه‌تر تولید محصول، انعطاف بیشتر، کیفیت بهتر محصولات، ارضای هرچه بهتر توقعات مشتریان و در عین حال داشتن هزینه‌های کمتر، چهره تولید تغییر کرده است. سازمان‌های امروزی به منظور حفظ و بقا خود نه تنها باید خود را با این محیط متغیر تجاری سازگار کنند بلکه برای دوام آوردن در چنین بازاری می‌بایست به فکر ایجاد برتری‌های رقابتی در چنین وضعیتی باشند. به منظور دستیابی به چنین مزایایی، سازمان‌ها به دنبال راه‌هایی برای بهینه کردن عملیات در سیستم‌های تولیدی خود هستند. برنامه‌ریزی تولید یکی از حیاتی‌ترین بخش‌های سیستم‌های تولیدی است. در این میان هر چند توابع کلیدی

دیگری همچون گردش مالی، منابع مدیریتی، برنامه‌ریزی ظرفیت، نگهداری و تعمیرات و غیره نیز نقش اساسی در سیستم‌های تولیدی دارند اما امروزه بحث زمان‌بندی بسیار بیشتر از گذشته مورد توجه قرار گرفته است. در حقیقت امروزه برنامه‌ریزی و زمان‌بندی کار برای بقا در بازار یک ضرورت است. در واقع برای مواجهه با فشارهای وارده بر بازارهای صنعتی و تجاری کنونی (نظیر تنوع سلایق، کاهش طول عمر محصولات، رقابت در عرصه جهانی، گسترش سریع فرآیند و تکنولوژی‌های جدید و غیره) و به منظور کاهش هزینه‌ها می‌بایست سطح موجودی سیستم‌های تولیدی کاهش یافته و بیکاری‌ها به حداقل برسد و در عین حال بتوان رضایت مشتریان را از لحاظ تحویل به موقع نیز تأمین نمود. بنابراین نیاز به یک برنامه زمان‌بندی کارا، مؤثر و قابل اطمینان کاملاً احساس می‌شود اما متأسفانه دستیابی به چنین برنامه زمان‌بندی کار ساده ای نیست و حتی اغلب بسیار پیچیده است تا آنجا که نتایج یک تحقیق در مورد صنایع مکانیکی آمریکا نشان می‌دهد که ۸۰٪ از زمان مفید ماشین آلات در حالت انتظار تلف می‌شود (گریگوریو[1] ،۲۰۱۰) این آمار هر چند تأسف بار نکته قوتی نیز دارد که نشان از پتانسیل صرفه‌جویی ناشی از زمان‌بندی مناسب در صنایع است.

کلاسن و مالستروم (۱۹۸۲) اهمیت برنامه‌ریزی تولید را این‌گونه بیان می‌کنند:«صدها ربات و یا تجهیزات کنترل کامپیوتری که میلیون‌ها دلار برای آن‌ها هزینه شده ، چنانچه به علت برنامه‌زمانبندی غلط، مورد استفاده نامناسب قرار گیرند دارای کمترین ارزشی نیستند» (سن نیاپ‌پان[2] ،۲۰۰۶).

در نهایت نکته دیگری که می‌بایست مدنظر قرار گیرد این است که زمان‌بندی تنها محدود به محیط‌های تولیدی نمی‌شود و در سایر محیط‌ها مانند فرآیندهای پردازش اطلاعات و سرویس‌های صنعتی نظیر نگهداری و تعمیرات، حمل و نقل و غیره نیز کاربرد فراوان دارد.

۲-۳ تئوری زمان‌بندی

زمان‌بندی نوعی تصمیم‌گیری با نقش حیاتی در سیستم‌های تولیدی، خدماتی و صنعتی تعریف شده است. در محیط های رقابتی کنونی که شرایط به سرعت در حال تغییر است، وجود یک برنامه زمان‌بندی کارا نقش اساسی و حیاتی خواهد داشت. در واقع در این‌چنین شرایطی شرکت‌ها مجبور به رعایت زمان موعد تحویل کالا به مشتری، مدت زمان

[1] GRIGORIU, L
[2] Senniappan, K